

Geoquímica de las micas blancas detríticas de las rocas ediacarenses y cámbricas del Antiforme del Narcea (NO España)

Detrital white mica geochemistry from the ediacaran and cambrian rocks of the Narcea Antiform (NW Spain)

I. Abad ⁽¹⁾, G. Gutiérrez-Alonso ⁽²⁾, F. Nieto ⁽³⁾ y J. Fernández-Suárez ⁽⁴⁾

⁽¹⁾ Departamento de Geología, Facultad de Ciencias Experimentales, Universidad de Jaén. 23071 Jaén, España. miabad@ujaen.es

⁽²⁾ Departamento de Geología, Facultad de Ciencias, Universidad de Salamanca. 37008 Salamanca, España. gabi@usal.es

⁽³⁾ Departamento de Mineralogía y Petrología e IACT, Facultad de Ciencias, Universidad de Granada, CSIC. 18002 Granada, España. nieto@ugr.es

⁽⁴⁾ Departamento de Petrología y Geoquímica, Universidad Complutense. 28040 Madrid, España. jfsuarez@geo.ucm.es

ABSTRACT

Detrital minerals provenance studies have become a common tool to decipher paleogeographic scenarios in many orogenic belts. Together with the geochronological single mineral dating, the geochemistry of detrital minerals can provide insights on the source rocks of the studied detrital minerals. In this paper we study the chemistry of the detrital micas from two samples of Ediacaran and Cambrian age. The obtained results provide an almost identical chemical signature for the studied detrital white micas in both samples. The fengitic vector conditions the Fe+Mg proportion with some influence of the ferrimuscovitic vector mainly in the cambrian sample. The results point towards an origin of the sediments from LP igneous or metamorphic source rocks.

Key words: Detrital micas, geochemistry, Ediacaran, Cambrian, Narcea Antiform.

Geogaceta, 40 (2006), 155-158

ISSN: 0213683X

Introducción

Recientemente se están llevando a cabo un gran número de estudios acerca de la naturaleza y edad de las rocas fuente de los sedimentos ediacarenses y cámbricos del Orógeno Varisco de Europa occidental utilizando las edades de minerales detríticos, fundamentalmente circones (Fernández-Suárez *et al.*, 2000, 2002a, 2002b, 2003; Gutiérrez-Alonso *et al.*, 2003; Martínez-Catalán *et al.*, 2004; Samson *et al.*, 2005) y micas (Gutiérrez-Alonso *et al.*, 2005). Estos estudios han proporcionado nuevas ideas acerca de la paleogeografía de Europa occidental y de las posibles posiciones de los distintos bloques corticales existentes durante el Ediacarens y el Paleozoico inferior.

Además de los mencionados estudios en los que se ha utilizado el espectro de edades de los minerales detríticos, también se han realizado trabajos encaminados a los mismos objetivos usando la geoquímica de roca total y los isótopos de Rb/Sr y Sm/Nd para inferir la naturaleza del área fuente de estas rocas (Ugidos *et al.*, 1997, 2003, 2004; Rodríguez-Alonso *et al.*, 2004).

Con este trabajo se pretende completar los datos preexistentes mediante la interpretación de la composición de las micas detríticas de dos muestras de areniscas cámbricas y precámbricas de la Zona Cantábrica (Fig. 1A) que no han sido

metamorfizadas después de su depósito (índice de Kübler, KI, entre 0.35-0.40 $D^{\circ}2\alpha$, que corresponde a valores del anquimetamorfismo; Gutiérrez-Alonso y

Nieto, 1996) y que presentan un espectro de edades (Gutiérrez-Alonso *et al.*, 2005), que prueba la existencia de áreas fuente distintas para cada una de ellas.

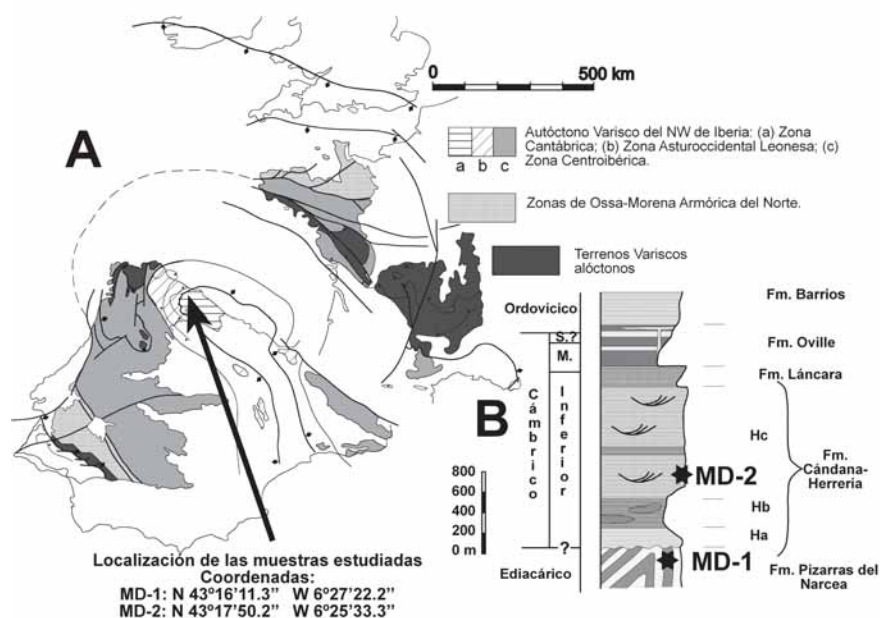


Fig. 1.- (A) Mapa simplificado de Europa occidental en donde se muestran las principales unidades geológicas y la localización de las muestras estudiadas. (B) Columna estratigráfica sintética de los depósitos ediacarenses y del Paleozoico inferior con la posición de los niveles muestreados.

Fig. 1.- (A) Simplified geological map of Western Europe showing main geological units and location of studied samples. (B) Synthetic stratigraphic column of Ediacaran and Lower Paleozoic sediments in unmetamorphosed Cantabrian zone depicting sampled levels.

Encuadre geológico

El Antiforme del Narcea es un afloramiento continuo y arqueado, que traza el arco Íbero Armoricano en el que afloran las rocas ediacarenses y cámbrico inferior de las Formaciones Pizarras del Narcea y Cándana-Herrería respectivamente y en el que se encuentra el límite entre la Zona

Cantábrica y la Zona Asturoccidental Leonesa (Fig. 1A). Este afloramiento presenta una gran variedad en los estilos e intensidad de la deformación varisca en cada uno de sus flancos y sus características principales se describen en Gutiérrez-Alonso (1996, 2004).

Desde el punto de vista estratigráfico y sedimentológico, ambas formaciones tie-

nen orígenes netamente distintos. El origen de las Pizarras del Narcea se atribuye a turbiditas compuestas por areniscas grauváquicas y pelitas en las que se reconocen secuencias de Bouma (Pérez-Estaín, 1973). Discordante sobre la anterior, se depositó la Formación Cándana-Herrería formada en su mayor parte por areniscas feldespáticas depositadas en ambientes

| | Si | Al ^{IV} | Al ^{VI} | Fe | Mg | Mn | Ti | Cr | Ni | ∑ _{VI} | K | Na | Ca | ∑ inter. | Fe+Mg | OH | F | Cl |
|----------------|------|------------------|------------------|------|------|-------|-------|-------|-------|-----------------|------|------|-------|----------|-------|------|-------|-------|
| MD-1.1.1 | 3.13 | 0.87 | 1.53 | 0.28 | 0.17 | 0.001 | 0.048 | 0.000 | 0.001 | 2.03 | 0.97 | 0.01 | 0.000 | 0.98 | 0.45 | 1.97 | 0.026 | 0.000 |
| MD-1.2.1 | 3.14 | 0.86 | 1.55 | 0.27 | 0.18 | 0.002 | 0.050 | 0.000 | 0.000 | 2.05 | 0.91 | 0.01 | 0.000 | 0.92 | 0.44 | 1.98 | 0.018 | 0.000 |
| MD-1.4 a 5.1 | 3.30 | 0.71 | 1.58 | 0.21 | 0.21 | 0.000 | 0.010 | 0.001 | 0.001 | 2.01 | 0.88 | 0.04 | 0.001 | 0.92 | 0.42 | 1.97 | 0.029 | 0.000 |
| MD-1.6.3.1 | 3.07 | 0.93 | 1.81 | 0.08 | 0.08 | 0.000 | 0.044 | 0.001 | 0.001 | 2.01 | 0.92 | 0.05 | 0.000 | 0.97 | 0.16 | 2.00 | 0.004 | 0.001 |
| MD-1.6.3.2 | 3.08 | 0.92 | 1.83 | 0.08 | 0.08 | 0.000 | 0.045 | 0.002 | 0.001 | 2.03 | 0.85 | 0.04 | 0.001 | 0.88 | 0.16 | 1.98 | 0.016 | 0.001 |
| MD-1.6.4 | 3.12 | 0.88 | 1.74 | 0.11 | 0.13 | 0.001 | 0.040 | 0.001 | 0.000 | 2.02 | 0.91 | 0.04 | 0.002 | 0.95 | 0.24 | 1.98 | 0.022 | 0.000 |
| MD-1.6.5 | 3.25 | 0.75 | 1.73 | 0.11 | 0.19 | 0.000 | 0.005 | 0.000 | 0.001 | 2.03 | 0.82 | 0.05 | 0.005 | 0.87 | 0.30 | 1.98 | 0.023 | 0.000 |
| MD-1.6 a 7.1 | 3.22 | 0.78 | 1.76 | 0.09 | 0.15 | 0.001 | 0.020 | 0.002 | 0.000 | 2.02 | 0.79 | 0.09 | 0.003 | 0.88 | 0.24 | 1.97 | 0.018 | 0.017 |
| MD-1.7.1.1 | 3.24 | 0.76 | 1.77 | 0.09 | 0.15 | 0.000 | 0.021 | 0.002 | 0.000 | 2.04 | 0.75 | 0.07 | 0.002 | 0.82 | 0.24 | 1.98 | 0.008 | 0.016 |
| MD-1.7.1.2 | 3.10 | 0.90 | 1.83 | 0.06 | 0.09 | 0.000 | 0.036 | 0.001 | 0.001 | 2.02 | 0.81 | 0.12 | 0.001 | 0.93 | 0.15 | 1.99 | 0.006 | 0.000 |
| MD-1.7.2 | 3.12 | 0.88 | 1.85 | 0.06 | 0.09 | 0.000 | 0.037 | 0.002 | 0.001 | 2.04 | 0.76 | 0.08 | 0.002 | 0.84 | 0.15 | 1.99 | 0.011 | 0.000 |
| MD-1.8.1 | 3.16 | 0.84 | 1.77 | 0.11 | 0.12 | 0.001 | 0.012 | 0.000 | 0.001 | 2.01 | 0.91 | 0.04 | 0.001 | 0.95 | 0.23 | 1.98 | 0.018 | 0.000 |
| MD-1.8.2 | 3.16 | 0.84 | 1.79 | 0.11 | 0.12 | 0.000 | 0.013 | 0.001 | 0.001 | 2.04 | 0.83 | 0.03 | 0.000 | 0.86 | 0.24 | 1.98 | 0.017 | 0.001 |
| MD-1.8.3 | 3.25 | 0.76 | 1.65 | 0.11 | 0.27 | 0.001 | 0.002 | 0.000 | 0.001 | 2.04 | 0.92 | 0.02 | 0.000 | 0.94 | 0.39 | 2.00 | 0.005 | 0.000 |
| MD-1.8 a 9.1 | 3.06 | 0.94 | 1.82 | 0.07 | 0.05 | 0.000 | 0.055 | 0.002 | 0.001 | 2.00 | 0.87 | 0.09 | 0.001 | 0.96 | 0.12 | 1.99 | 0.010 | 0.001 |
| MD-1.9.1 | 3.07 | 0.93 | 1.85 | 0.07 | 0.05 | 0.000 | 0.055 | 0.002 | 0.000 | 2.03 | 0.80 | 0.06 | 0.001 | 0.86 | 0.12 | 1.99 | 0.009 | 0.001 |
| MD-1.9.2.1 | 3.21 | 0.79 | 1.68 | 0.18 | 0.13 | 0.000 | 0.015 | 0.000 | 0.000 | 2.01 | 0.91 | 0.02 | 0.002 | 0.94 | 0.31 | 1.98 | 0.019 | 0.000 |
| MD-1.9.2.2 | 3.13 | 0.87 | 1.66 | 0.22 | 0.10 | 0.002 | 0.025 | 0.000 | 0.000 | 2.01 | 0.95 | 0.03 | 0.000 | 0.98 | 0.32 | 1.99 | 0.015 | 0.000 |
| MD-1.9.3 | 3.16 | 0.85 | 1.62 | 0.25 | 0.11 | 0.001 | 0.026 | 0.000 | 0.000 | 2.01 | 0.93 | 0.03 | 0.001 | 0.96 | 0.36 | 1.99 | 0.011 | 0.000 |
| MD-1.9.4 | 3.15 | 0.85 | 1.63 | 0.25 | 0.12 | 0.003 | 0.026 | 0.000 | 0.000 | 2.03 | 0.88 | 0.03 | 0.001 | 0.91 | 0.37 | 1.98 | 0.019 | 0.000 |
| MD-1.10.1 | 3.25 | 0.75 | 1.72 | 0.10 | 0.14 | 0.001 | 0.036 | 0.005 | 0.000 | 2.00 | 0.85 | 0.04 | 0.003 | 0.90 | 0.24 | 1.94 | 0.054 | 0.001 |
| MD-1.11.1 | 3.25 | 0.75 | 1.74 | 0.10 | 0.15 | 0.001 | 0.036 | 0.005 | 0.000 | 2.03 | 0.80 | 0.03 | 0.003 | 0.83 | 0.25 | 1.93 | 0.067 | 0.002 |
| MD-1.11.2 | 3.16 | 0.85 | 1.83 | 0.09 | 0.10 | 0.001 | 0.013 | 0.000 | 0.001 | 2.03 | 0.81 | 0.06 | 0.004 | 0.87 | 0.19 | 1.99 | 0.013 | 0.002 |
| MD-1.11.3 | 3.20 | 0.80 | 1.82 | 0.09 | 0.12 | 0.000 | 0.011 | 0.000 | 0.000 | 2.03 | 0.79 | 0.04 | 0.004 | 0.83 | 0.21 | 1.99 | 0.012 | 0.001 |
| MD-1.11 a 12.1 | 3.10 | 0.90 | 1.76 | 0.07 | 0.11 | 0.001 | 0.066 | 0.002 | 0.000 | 2.01 | 0.88 | 0.06 | 0.001 | 0.94 | 0.18 | 1.99 | 0.013 | 0.001 |
| MD-1.11 a 12.2 | 3.11 | 0.89 | 1.79 | 0.07 | 0.11 | 0.002 | 0.066 | 0.003 | 0.001 | 2.04 | 0.80 | 0.04 | 0.002 | 0.84 | 0.18 | 2.00 | 0.000 | 0.000 |
| MD-1.11 a 12.3 | 3.16 | 0.84 | 1.71 | 0.12 | 0.13 | 0.000 | 0.050 | 0.001 | 0.001 | 2.01 | 0.88 | 0.04 | 0.001 | 0.92 | 0.25 | 1.98 | 0.015 | 0.001 |
| MD-1.12.1.1 | 3.12 | 0.88 | 1.72 | 0.11 | 0.12 | 0.003 | 0.052 | 0.001 | 0.000 | 2.00 | 0.93 | 0.04 | 0.002 | 0.98 | 0.23 | 1.98 | 0.024 | 0.000 |
| MD-1.12.1.2 | 3.12 | 0.89 | 1.82 | 0.07 | 0.10 | 0.000 | 0.031 | 0.001 | 0.002 | 2.03 | 0.74 | 0.17 | 0.002 | 0.90 | 0.17 | 2.00 | 0.000 | 0.000 |
| MD-1.12.2.1 | 3.09 | 0.91 | 1.82 | 0.07 | 0.09 | 0.001 | 0.040 | 0.001 | 0.000 | 2.03 | 0.72 | 0.19 | 0.001 | 0.91 | 0.16 | 2.00 | 0.003 | 0.000 |
| MD-1.12.3 | 3.15 | 0.85 | 1.66 | 0.17 | 0.12 | 0.003 | 0.049 | 0.000 | 0.001 | 2.01 | 0.90 | 0.05 | 0.001 | 0.95 | 0.29 | 1.93 | 0.073 | 0.000 |
| MD-1.12.4 | 3.26 | 0.74 | 1.59 | 0.20 | 0.16 | 0.003 | 0.039 | 0.000 | 0.000 | 1.99 | 0.89 | 0.05 | 0.001 | 0.95 | 0.36 | 1.94 | 0.056 | 0.000 |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| MD-2.1.1 | 3.12 | 0.88 | 1.79 | 0.14 | 0.07 | 0.003 | 0.005 | 0.000 | 0.000 | 2.01 | 0.94 | 0.03 | 0.002 | 0.97 | 0.21 | 2.00 | 0.000 | 0.000 |
| MD-2.1.2 | 3.08 | 0.92 | 1.74 | 0.16 | 0.10 | 0.001 | 0.025 | 0.001 | 0.001 | 2.03 | 0.86 | 0.11 | 0.001 | 0.97 | 0.26 | 1.99 | 0.009 | 0.000 |
| MD-2.2.1 | 3.08 | 0.92 | 1.79 | 0.12 | 0.08 | 0.000 | 0.024 | 0.000 | 0.000 | 2.02 | 0.83 | 0.14 | 0.000 | 0.96 | 0.20 | 1.98 | 0.025 | 0.000 |
| MD-2.2.4.1 | 3.21 | 0.79 | 1.50 | 0.31 | 0.19 | 0.001 | 0.022 | 0.000 | 0.001 | 2.02 | 0.95 | 0.03 | 0.001 | 0.98 | 0.50 | 1.98 | 0.019 | 0.001 |
| MD-2.2.4.2 | 3.17 | 0.83 | 1.53 | 0.30 | 0.19 | 0.003 | 0.017 | 0.000 | 0.001 | 2.04 | 0.94 | 0.03 | 0.001 | 0.97 | 0.48 | 1.97 | 0.035 | 0.000 |
| MD-2 a 3.2 | 3.04 | 0.96 | 1.82 | 0.11 | 0.04 | 0.001 | 0.041 | 0.003 | 0.000 | 2.01 | 0.89 | 0.09 | 0.001 | 0.98 | 0.15 | 1.99 | 0.012 | 0.000 |
| MD-2 a 3.3 | 3.23 | 0.77 | 1.67 | 0.16 | 0.14 | 0.001 | 0.031 | 0.000 | 0.000 | 2.00 | 0.88 | 0.03 | 0.001 | 0.91 | 0.30 | 1.98 | 0.015 | 0.009 |
| MD-2 a 3.4 | 3.24 | 0.76 | 1.68 | 0.17 | 0.14 | 0.001 | 0.032 | 0.001 | 0.000 | 2.03 | 0.82 | 0.02 | 0.001 | 0.84 | 0.32 | 1.97 | 0.017 | 0.010 |
| MD-2.3.1 | 3.29 | 0.71 | 1.50 | 0.27 | 0.23 | 0.001 | 0.015 | 0.001 | 0.000 | 2.02 | 0.93 | 0.01 | 0.001 | 0.95 | 0.51 | 1.97 | 0.030 | 0.000 |
| MD-2.3.2.1 | 3.11 | 0.89 | 1.82 | 0.07 | 0.09 | 0.000 | 0.039 | 0.004 | 0.000 | 2.02 | 0.84 | 0.08 | 0.000 | 0.92 | 0.16 | 2.00 | 0.002 | 0.000 |
| MD-2.3.2.2 | 3.10 | 0.91 | 1.78 | 0.07 | 0.11 | 0.001 | 0.047 | 0.004 | 0.000 | 2.02 | 0.87 | 0.08 | 0.000 | 0.95 | 0.18 | 2.00 | 0.000 | 0.000 |
| MD-2.5.1.1 | 3.14 | 0.86 | 1.63 | 0.24 | 0.11 | 0.016 | 0.029 | 0.000 | 0.000 | 2.01 | 0.94 | 0.03 | 0.000 | 0.97 | 0.34 | 2.00 | 0.000 | 0.001 |
| MD-2.5.2.1 | 3.14 | 0.86 | 1.65 | 0.24 | 0.11 | 0.018 | 0.028 | 0.001 | 0.001 | 2.04 | 0.88 | 0.03 | 0.000 | 0.90 | 0.34 | 1.98 | 0.017 | 0.000 |
| MD-2.5.2.2 | 3.09 | 0.91 | 1.83 | 0.07 | 0.08 | 0.000 | 0.031 | 0.001 | 0.000 | 2.01 | 0.87 | 0.09 | 0.000 | 0.96 | 0.15 | 2.00 | 0.000 | 0.000 |
| MD-2.5.3 | 3.17 | 0.83 | 1.55 | 0.28 | 0.17 | 0.001 | 0.024 | 0.000 | 0.000 | 2.02 | 0.95 | 0.03 | 0.000 | 0.98 | 0.45 | 1.99 | 0.009 | 0.001 |
| MD-2.5.4 | 3.16 | 0.84 | 1.54 | 0.28 | 0.16 | 0.002 | 0.032 | 0.000 | 0.000 | 2.02 | 0.94 | 0.05 | 0.000 | 0.98 | 0.44 | 1.98 | 0.017 | 0.000 |
| MD-2.5.5.1 | 3.15 | 0.85 | 1.78 | 0.13 | 0.09 | 0.001 | 0.015 | 0.000 | 0.000 | 2.02 | 0.88 | 0.04 | 0.000 | 0.92 | 0.22 | 1.96 | 0.043 | 0.001 |
| MD-2.5.6 | 3.10 | 0.90 | 1.76 | 0.13 | 0.10 | 0.001 | 0.014 | 0.000 | 0.000 | 2.01 | 0.94 | 0.05 | 0.001 | 0.99 | 0.23 | 1.98 | 0.020 | 0.001 |
| MD-2.5 a 4.1.1 | 3.08 | 0.92 | 1.81 | 0.10 | 0.07 | 0.001 | 0.032 | 0.000 | 0.000 | 2.01 | 0.91 | 0.04 | 0.001 | 0.95 | 0.17 | 1.99 | 0.009 | 0.001 |
| MD-2.5 a 4.1.2 | 3.11 | 0.89 | 1.75 | 0.13 | 0.10 | 0.001 | 0.030 | 0.000 | 0.000 | 2.00 | 0.95 | 0.03 | 0.001 | 0.98 | 0.22 | 1.99 | 0.007 | 0.000 |
| MD-2.5 a 4.1.3 | 3.11 | 0.89 | 1.72 | 0.14 | 0.12 | 0.001 | 0.028 | 0.000 | 0.000 | 2.01 | 0.96 | 0.03 | 0.000 | 0.99 | 0.27 | 1.99 | 0.013 | 0.000 |
| MD-2.4.1 | 3.13 | 0.87 | 1.74 | 0.14 | 0.12 | 0.000 | 0.026 | 0.000 | 0.000 | 2.03 | 0.89 | 0.02 | 0.001 | 0.91 | 0.27 | 1.99 | 0.010 | 0.001 |
| MD-2.4.2.1 | 3.21 | 0.80 | 1.58 | 0.23 | 0.17 | 0.001 | 0.027 | 0.001 | 0.001 | 2.01 | 0.93 | 0.04 | 0.001 | 0.97 | 0.40 | 1.95 | 0.054 | 0.000 |
| MD-2.4.2.2 | 3.21 | 0.80 | 1.61 | 0.23 | 0.16 | 0.001 | 0.028 | 0.000 | 0.000 | 2.03 | 0.87 | 0.04 | 0.001 | 0.91 | 0.39 | 1.95 | 0.055 | 0.000 |
| MD-2.6.1.1 | 3.10 | 0.90 | 1.69 | 0.21 | 0.10 | 0.007 | 0.027 | 0.000 | 0.001 | 2.03 | 0.87 | 0.06 | 0.000 | 0.93 | 0.31 | 1.90 | 0.103 | 0.000 |
| MD-2.6.1.2 | 3.11 | 0.89 | 1.70 | 0.21 | 0.10 | 0.006 | 0.026 | 0.000 | 0.000 | 2.03 | 0.86 | 0.06 | 0.000 | 0.92 | 0.31 | 1.89 | | |

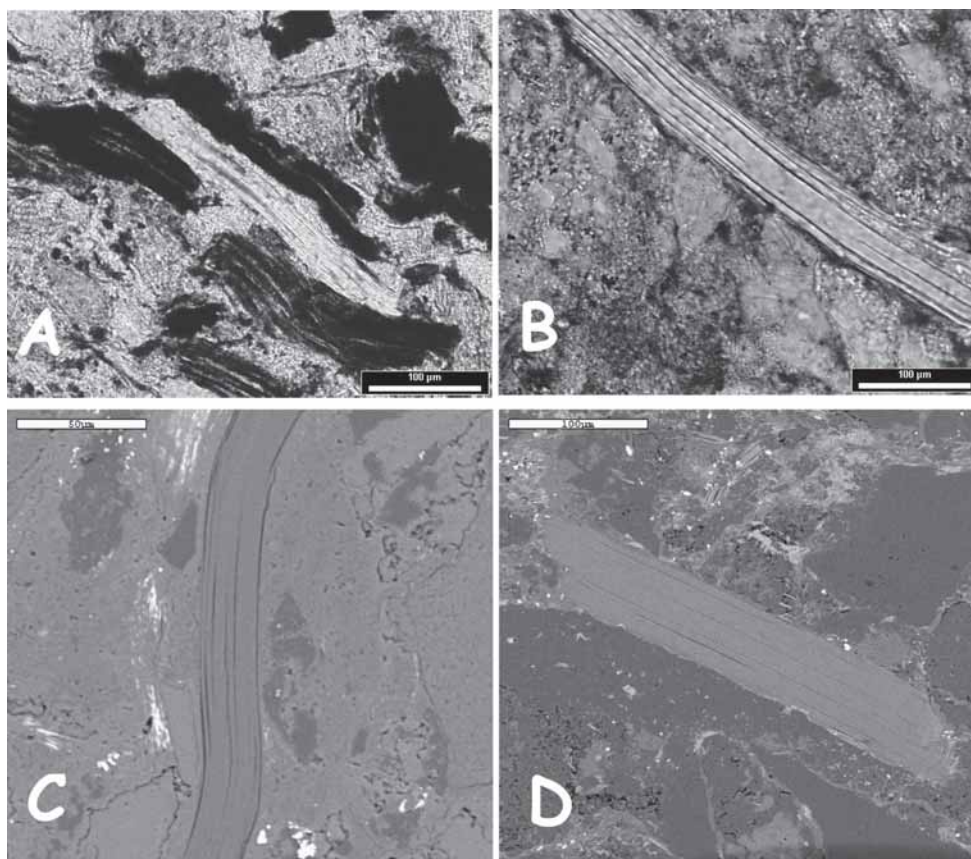


Fig. 2.- A y B: Imágenes obtenidas por microscopía óptica (luz polarizada sin analizador), donde se observa la textura y tamaño de las micas detríticas (A-Fm Cándana-Herrería; B-Pizarras del Narcea). C y D: Imágenes de electrones retrodispersados (BSE) en las que se aprecia que las micas detríticas son homogéneas, sin dominios composicionales ni intercrecimientos mica-clorita (C-Fm. Cándana-Herrería; D-Pizarras del Narcea).

Fig. 2.- A, B: Optical microscopy images (polarized light) showing the texture and size of the studied detrital micas. (A-Fm Cándana-Herrería; B-Pizarras del Narcea). C, D: Backscattered electron images (BSE) showing homogeneous detrital micas in which compositional domains mica-chlorite stacks or any sign of metamorphic alteration are absent (C-Fm. Cándana-Herrería; D-Pizarras del Narcea).

deltaicos (Aramburu y García Ramos, 1993). Ambas formaciones proceden de áreas fuente diferentes, como se deduce de las distintas edades de circones y micas detríticas que contienen (Fernández-Suárez *et al.*, 2000, 2002a, 2002b, 2003; Gutiérrez-Alonso *et al.*, 2003, 2005).

Muestreo y métodos

En la figura 1A se indica la localización de las muestras estudiadas y su posición estratigráfica en la figura 1B. Las muestras son areniscas de grano grueso en las que las micas detríticas pueden observarse con una lupa de campo ya que llegan a tener tamaños próximos a 1 mm.

Las observaciones texturales se realizaron mediante el uso de microscopía óptica y microscopía electrónica de barrido (SEM) en un microscopio Zeiss DSM 950 equipado con microanálisis de espectroscopía por dispersión de energía (EDX) Link Analytical Pentafet del Centro de Instrumentación Científica (C.I.C.) de la Universidad de Granada. Para los análisis químicos de las micas dioctaédricas se empleó una microsonda electrónica Cameca SX50 (EMPA) equipada con cuatro espectrómetros de dispersión de longitud de onda (WDX) localizada también en el C.I.C.. Las condiciones operativas fueron un voltaje de aceleración de 20 kV, corrien-

te de sonda de 30 nA y un diámetro del haz <5 µm. Los datos fueron procesados siguiendo el método de Pouchou y Pichoir

(1985) y los estándares utilizados fueron ortosa, periclasa, wollastonita y óxidos sintéticos (Al_2O_3 , Fe_2O_3 y MnTiO_3). Se

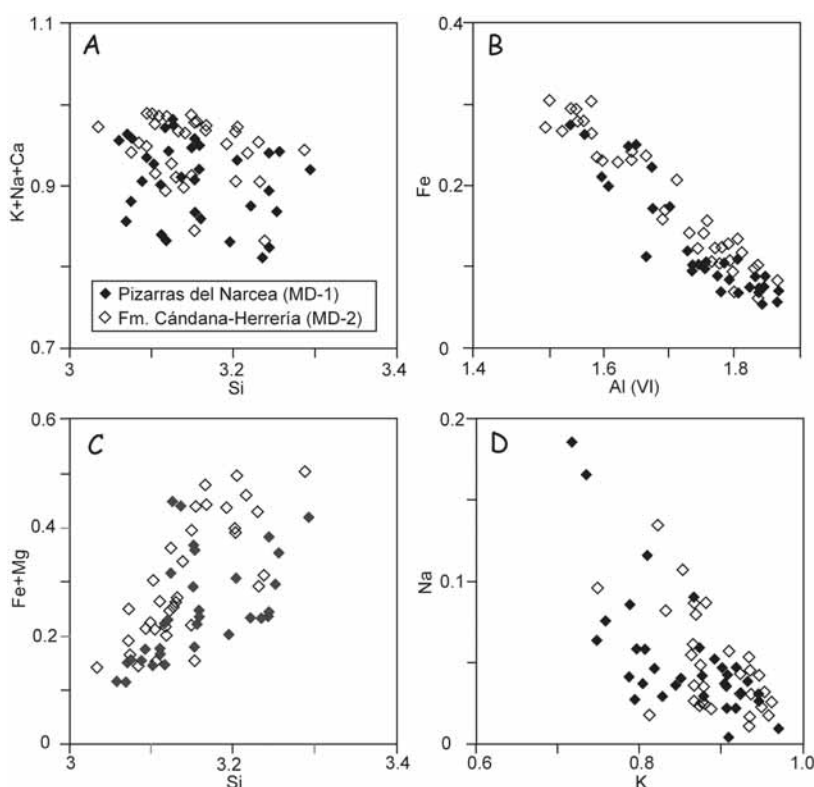


Fig. 3.- Diagramas composicionales de las micas detríticas (MD-1 y MD-2).

Fig. 3.- Chemical diagrams of the detrital micas (MD-1 and MD-2).

obtuvieron 32 análisis de micas detríticas de las Pizarras del Narcea (MD-1) y 37 análisis de micas detríticas de la Formación Cándana-Herrería (MD-2).

Resultados

El estudio de las micas detríticas mediante imágenes de electrones retrodispersados (BSE) en el SEM ha permitido comprobar la ausencia de transformaciones postdeposicionales, diagenéticas o metamórficas (Fig. 2). No se han detectado, por ejemplo, intercrecimientos de mica y clorita como es normal en otras muestras del Antiforme del Narcea de más grado metamórfico (Abad *et al.*, 2003), donde las micas han recrystalizado o se han reequilibrado químicamente (Dallmeyer *et al.*, 1997).

Como se observa en la tabla I y en la figura 3, la composición química de las micas detríticas analizadas abarca un amplio espectro tanto en la muestra ediacarensis (MD-1) como en la cámbrica (MD-2). Los resultados indican ausencia de homogeneidad química en los contenidos de los distintos elementos químicos. En general, los rangos de las composiciones químicas de las micas detríticas de las dos localidades muestreadas, aunque bastante amplios, son coincidentes para todos los elementos. La proporción de Fe+Mg (0.12-0.50 a.p.f.u.) en las posiciones octaédricas es, generalmente, más alta que la que cabría esperar para contenidos en Si casi siempre inferiores a <3.25 a.p.f.u. (átomos por fórmula unidad). Esto pone de manifiesto que aunque la fengita es el vector que determina la proporción de Fe+Mg y Si en las micas, además, las variables químicas están afectadas también por el vector ferrimoscovítico (Fig. 3B y C). Además, se observa que algunas micas de las rocas cámbricas tienen un componente ferrimoscovítico ligeramente más alto que las micas de las rocas ediacarenses. El Ti está siempre presente en cantidades significativas (0.01-0.05 a.p.f.u.), sin embargo, otros elementos como el Mn, Ni y Cr no alcanzan en ningún caso valores de 0.01 a.p.f.u. y con frecuencia están ausentes. La intercapa está ocupada mayoritariamente por K (0.72-0.97 a.p.f.u.) mientras que la proporción de Na es variable y en ningún caso superior a 0.20 a.p.f.u. (Fig. 3D). El contenido en Ca es siempre inferior a 0.01 a.p.f.u.. La suma de cationes interlaminares (0.80-1 a.p.f.u.) y la práctica ausencia de correlación negativa entre el contenido interlaminares y el Si (Fig. 3A) indica que la sustitución íltica ($(\text{SiAl}_1\text{K}_{1-x})$, Abad *et al.*, 2006) es mínima.

Discusión

En contraste con los distintos resultados de edad $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ obtenidos para granos in-

dividuales de micas detríticas en cada una de las muestras estudiadas (Gutiérrez-Alonso *et al.*, 2005), el amplio rango de composiciones registrado en las micas detríticas estudiadas en ambas muestras no permite establecer diferencia alguna en las áreas fuente de las mismas y sugiere, además, una gran variedad de tipos de rocas como posible origen de los sedimentos así como de ambientes geodinámicos en los que las micas pudieron generarse o re-equilibrarse.

El hecho de que en estas micas la sustitución íltica ($\text{K}+\text{Na} < 1$ a.p.f.u. y correlacionado con el Si) sea prácticamente insignificante, indica que no se han formado en ambientes de muy baja temperatura ($< 200^\circ\text{C}$). Por otra parte, los contenidos en Si mayoritariamente por debajo de 3.25 a.p.f.u. ponen de manifiesto que el componente fengítico tampoco es elevado y que, por tanto, su origen no está relacionado con ambientes de alta presión. Por lo tanto las rocas fuente debieron ser rocas ígneas o ligadas a procesos metamórficos de presión baja o intermedia (< 4 Kbar). La presencia de algunas micas detríticas de las rocas cámbricas con un componente ferrimoscovítico ligeramente más alto podría sugerir una mayor disponibilidad de Fe^{3+} durante su génesis. Por otra parte, la ausencia de intercrecimientos mica-clorita y la preservación de edades anteriores a la edad de sedimentación son argumentos válidos para rechazar la posibilidad de un posible reseteo diagenético o metamórfico que hubiese producido una homogeneización química de las micas dioctaédricas tras su depósito hacia composiciones con un componente íltico significativo (Abad *et al.*, 2006).

Los resultados obtenidos proporcionan evidencias de la preservación de la química original de las micas blancas detríticas de las Pizarras del Narcea y la Fm. Cándana-Herrería en el sector estudiado. Las composiciones químicas observadas no permiten establecer diferencias entre las dos poblaciones e indican un origen relacionado con rocas de características parecidas, ígneas y/o metamórficas de presión baja e intermedia aunque su edad (Gutiérrez-Alonso *et al.*, 2005) demuestra procedencias claramente diferentes.

Agradecimientos

Este trabajo ha sido financiado por los proyectos nº BTE2003-05128 y nº BTE2003-07867 del Ministerio de Educación y Ciencia. Es una contribución del IGCP 453.

Referencias

Abad, I., Nieto, F., y Gutiérrez-Alonso, G. (2003). *Schweizerische Mineralogische*

und Petrographische Mitteilungen, 83, 63-80.

Abad, I., Nieto, F., Gutiérrez-Alonso, G., Do Campo, M., López-Munguira, A., y Velilla, N. (2005). *European Journal of Mineralogy*, 18, 59-69.

Aramburu, C., y García Ramos, J.C. (1993). *Trabajos de Geología*, 19, 45-73.

Dallmeyer, R.D., Martínez-Catalán, J.R., Arenas, R., Gil Iburguchi, J.I., Gutiérrez-Alonso, G., Fariás, P., Aller, J. y Bastida, F. (1997). *Tectonophysics*, 216, 339-364.

Fernández-Suárez, J., Gutiérrez-Alonso, G., Jenner, G.A., y Tubrett, M.N. (2000). *Precambrian Research*, 102, 185-206.

Fernández-Suárez, J., Gutiérrez-Alonso, G., Cox, R., y Jenner, G.A., (2002a). *Journal of Geology*, 110, 619-626.

Fernández-Suárez, J., Gutiérrez-Alonso, G., y Jeffries, T.E. (2002b). *Earth and Planetary Science Letters*, 204, 75-88.

Fernández-Suárez, J., Díaz García, F., and Jeffries, T.E., Arenas, R. y Abati, J. (2003). *Terra Nova*, 15, 138-144.

Gutiérrez-Alonso, G. (1996). *Journal of Structural Geology*, 18, 1217-1230.

Gutiérrez-Alonso, G. (2004). En: *Geología de España* (J.A. Vera, Ed.). SGE-IGME, Madrid, 52-54.

Gutiérrez-Alonso, G., y Nieto, F. (1996). *Journal of the Geological Society*, London, 153, 287-299.

Gutiérrez-Alonso, G., Fernández-Suárez, J., Jeffries, T.E., Jenner, J.E., Tubrett, M.N., Cox, R., y Jackson, S.E. (2003). *Tectonophysics*, 365, 221-232.

Gutiérrez-Alonso, G., Fernández-Suárez, J., Collins, A., Abad, I., y Nieto, F. (2005). *Geology*, 33, 637-640.

Martínez-Catalán, J.R., Fernández-Suárez, J., Jenner, G.A., Belousova, E., y Díez-Montes, A. (2004). *Journal of the Geological Society*, London, 161, 463-476.

Pérez-Estaún, A. (1973). *Breviora Geologica Asturica*, 17, 7-13.

Pouchou J.L. y Pichoir F. (1985). En: *Microbeam Analysis*, (J.T. Armstrong, Ed.). San Francisco Press, San Francisco, 104.

Rodríguez-Alonso, M.D., Peinado, M., López-Plaza M., Franco, P., Carnicero, A. y Gonzalo, J.C. (2004). *International Journal of Earth Sciences*, 93, 897-920.

Samson, S.D., D'Lemos, R.S., Miller, B.V. y Hamilton, M.A. (2005). *Journal of the Geological Society*, London, 162, 65-71.

Ugidos, J.M., Valladares, M.I., Recio, C., Rogers, G., Fallick, A.E., y Stephens, W.E. (1997). *Chemical Geology*, 136, 55-70.

Ugidos, J. M., Valladares, M. I., Barba P. y Ellam, R.M. (2003). *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 67, 2615-2629.

Ugidos, J.M., Barba, P. y Valladares, M.I. (2004). *Geogaceta*, 36, 23-26.